

“粒子物理前沿卓越创新中心”  
青年骨干成员考评  
——2019年年度汇报

汇 报 人：王 伟

工 作 单 位：上海交通大学

2019年12月7日



# OUTLINE

---

2

- 近年来工作总况
- 年度科研汇报
- 年度其它工作汇报
- 未来工作展望



# 个人基本情况

## 教育经历:

09. 2000 - 07. 2004	山东大学	学士
09. 2004 - 07. 2009	中科院高能物理研究所	博士
	导师 吕才典研究员	

## 工作经历:

09. 2009 - 09. 2010	意大利核物理研究院(巴里)	博士后
09. 2010 - 09. 2012	德国DESY	洪堡学者
10. 2012 - 09. 2014	德国波恩大学	博士后
09. 2014	至今 上海交通大学	特别研究员



# 近年来工作总结

- 工作领域：重夸克物理、奇特强子态
- 以上海交通大学为单位在PRL、PRD、EPJC发表论文30多篇，引用 1000多次，7篇论文被引用 50 次以上，5篇入选 Web of science 高被引论文

Citation summary results	Citeable papers	Published only
<b>Total number of papers analyzed:</b>	<u>44</u>	<u>37</u>
<b>Total number of citations:</b>	1,165	1,048
<b>Average citations per paper:</b>	26.5	28.3
<b>Breakdown of papers by citations:</b>		
Renowned papers (500+)	<u>0</u>	<u>0</u>
Famous papers (250-499)	<u>0</u>	<u>0</u>
Very well-known papers (100-249)	<u>1</u>	<u>1</u>
Well-known papers (50-99)	<u>7</u>	<u>6</u>
Known papers (10-49)	<u>23</u>	<u>22</u>
Less known papers (1-9)	<u>11</u>	<u>8</u>
Unknown papers (0)	<u>2</u>	<u>0</u>
$h_{\text{HEP}}$ index <a href="#">?</a>	18	17



# 近年来工作总结

- 工作领域：重夸克物理、奇特强子态
- 以上海交通大学为单位在PRL、PRD、EPJC发表论文30多篇，引用1000多次，7篇论文被引用50次以上，5篇入选Web of science 高被引论文

1. Interpretation of the newly observed Omega(0)(c) resonances  
作者: Wang, Wei; Zhu, Rui-Lin  
PHYSICAL REVIEW D 卷:96 期:1 文献号: 014024 出版年: JUL 25 2017  
出版商处的全文 查看摘要

被引频次: 26 (来自所有数据库)  
高被引论文  
使用次数

Discovery potentials of doubly charmed baryons  
作者: Yu, FS (Yu, Fu-Sheng)<sup>1,2,3</sup>; Jiang, HY (Jiang, Hua-Yu)<sup>1,2,3</sup>; Li, RH (Li, Run-Hui)<sup>4</sup>; Lu, CD (Lu, Cai-Dian)<sup>5,6</sup>; Wang, W (Wang, Wei)<sup>7</sup>; Zhao, ZX (Zhao, Zhen-Xing)<sup>1,7</sup>  
CHINESE PHYSICS C  
卷: 42 期: 5  
文献号: 051001  
DOI: 10.1088/1674-1137/42/5/051001  
出版年: MAY 2018  
文献类型: Article  
查看期刊影响力

引文网络  
在 Web of Science 核心合集集中  
19 高被引论文  
被引频次  
创建引文跟踪  
全部被引频次计数

1. How to reveal the exotic nature of the P-c(4450)  
作者: Guo, Feng-Kun; Meissner, Ulf-G; Wang, Wei; 等.  
PHYSICAL REVIEW D 卷:92 期:7 文献号: 071502 出版年: OCT 21 2015  
出版商处的全文 查看摘要

被引频次: 141 (来自所有数据库)  
高被引论文  
使用次数

1. Weak decays of doubly heavy baryons: multi-body decay channels  
作者: Shi, Yu-Ji; Wang, Wei; Xing, Ye; 等.  
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C 卷:78 期:1 文献号:56 出版年: JAN 22 2018  
出版商处的免费全文 查看摘要

被引频次: 21 (来自所有数据库)  
高被引论文  
使用次数


1. Gluon quasidistribution function at one loop  
作者: Wang, Wei; Zhao, Shuai; Zhu, Ruilin  
EUROPEAN PHYSICAL JOURNAL C 卷:78 期:2 文献号: 147 出版年: FEB 20 2018  
出版商处的免费全文 查看摘要

被引频次: 19 (来自所有数据库)  
高被引论文  
使用次数

选择页面 导出... 添加到标记结果列表

选择页面 导出... 添加到标记结果列表

选择页面 导出... 添加到标记结果列表



# 近年来工作总结

6

- 工作领域：重夸克物理、奇特强子态
- 以上海交通大学为单位在PRL、PRD、EPJC发表论文**30**多篇，引用 **1000**多次，7篇论文被引用 50 次以上，5篇入选 Web of science 高被引论文
  - ✓ 提出了重味奇特态的多夸克态与散射等解释机制  
[PRD92, 071502(2015)] [CPC40, 093101(2016)] [PRD96, 014024(2017)]
  - ✓ 指出大 $N_c$ 极限下高出阈值的pentaquark/dibaryon等奇特强子态不是物理客观测量[EPJC78, 1011(2018)]
  - ✓ 预言了不同标量四夸克态在重味介子衰变中的产额比值： $R=3$   
[EPJC77, 452(2017)] [PRD82, 034016(2010)]
  - ✓ 指出了双重味重子 $\Xi_{cc}^{++}$ 的黄金衰变道  
[CPC42, 051001(2017)] [EPJC77, 781/800(2017)]

$R > 2.7$   
BESIII  
[PRL122,062001(2019)]

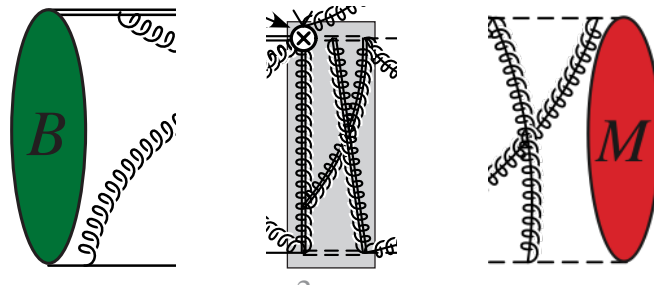


# 重味介子衰变中的核心问题：

7

理论上重味介子衰变的处理方法是因子化：

衰变矩阵元 = 硬散射核 \* 低能输入参数



高阶修正： 辐射修正  $\alpha_s/\pi \sim 10\%$   
幂次修正  $\Lambda/m_b \sim 20\%$

低能输入参数：重味介子光锥分布振幅  
模型，很难估计精度



重夸克物理  
奇特强子态



量子色动力学：  
格点QCD

唯象

第一性原理





## ➤ 部分子分布函数

- ✓ 理论框架：证明了胶子分布函数的可重整性，提供了格点计算的理论输入
- ✓ 格点计算：组建了Lattice Parton Collaboration(LPC)格点合作组；采用选择具有较低理论不确定性的新投影算符，研究了夸克PDF

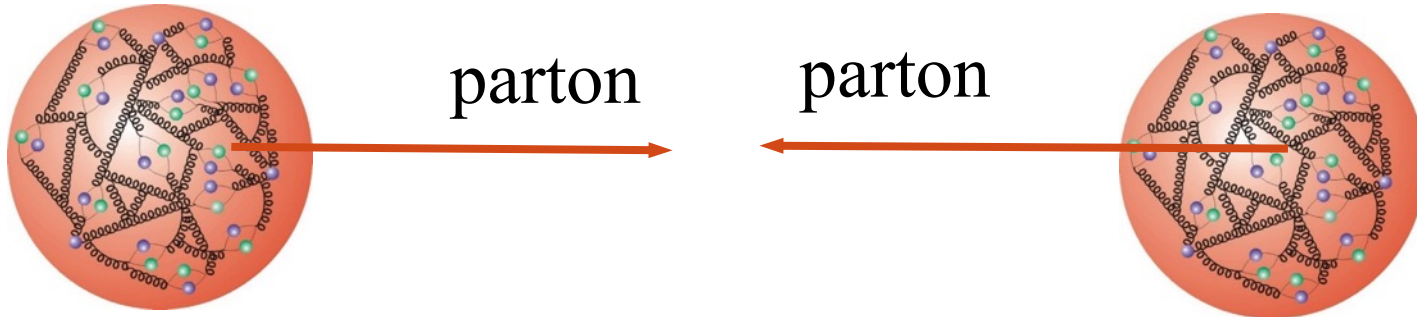
## ➤ 提出了首个重味 $B$ 介子光锥分布振幅的格点计算方法

## ➤ 提出了测量 $b \rightarrow s\gamma$ 中光子极化的新方法



# 科研工作一：部分子分布函数

10



理论上对高能散射过程的描述都依赖于1969年费曼提出的部分子理论：

$$d\sigma \sim \int dx_1 dx_2 * f(x_1) * f(x_2) * C(x_1, x_2, Q)$$

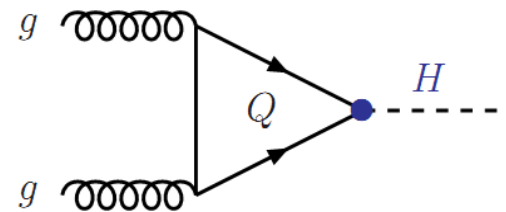
部分子分布函数 $\mathbf{f}(\mathbf{x})$ 是其中最重要的输入参数



# 科研工作一：部分子分布函数

11

- 传统上，部分子分布函数(PDF)只能通过拟合大量实验数据获取，存在一定的局限性。
- 2013年，季向东提出了准部分子分布函数 [PRL110, 262002(2013)]，由此夸克部分子分布函数的研究取得了显著进展。
- 然而对于类似于Higgs产生这样的过程，胶子PDF是最重要的输入参量。
- 我与合作者首次研究了胶子准PDF，讨论了线性发散及解决方法，指出了可用来构造胶子准PDF的算符，为格点计算提供了理论依据。



指出线性发散： WW, Zhao, Zhu, EPJC78,147 (2018), web of science 高被引  
指出构造算符： Zhang, Ji, Schafer, WW\* ,Zhao, PRL122, 142001 (2019)  
给出格点计算所需短程系数： WW, Zhang, Zhao, Zhu,PRD100,074509 (2019)



# 科研工作一：部分子分布函数

12

- 在准PDF理论框架上，中国研究力量取得了很多重要进展。由于格点计算需要巨大计算资源和大合作团队，到目前为止大多数格点研究都来自于ETMC, DESY, BNL等国外研究团队
- 基于上海交通大学新升级的计算设备(Pi2), 我们共同组建了格点合作组:

Lattice Parton Collaboration(LPC)



# 科研工作一：部分子分布函数

13

► 依托SJTU Pi2+部分其它计算资源，采用c1s格点组态，我们选择具有较低理论不确定性的新投影算符，格点计算了夸克PDF：

Unpolarized isovector quark distribution function from Lattice QCD:  
A systematic analysis of renormalization and matching  
(Lattice Parton Collaboration (LPC))

Yu-Sheng Liu,<sup>1</sup> Jiunn-Wei Chen,<sup>2,3</sup> Yi-Kai Huo,<sup>4,5</sup> Luchang Jin,<sup>6,7</sup> Maximilian Schlemmer,<sup>8</sup> Andreas Schäfer,<sup>8</sup> Peng Sun,<sup>9,\*</sup> Wei Wang,<sup>4,†</sup> Yi-Bo Yang,<sup>10,11</sup> Jian-Hui Zhang,<sup>8,12</sup> Qi-An Zhang,<sup>1</sup> Kuan Zhang,<sup>13,11</sup> and Yong Zhao<sup>3,14</sup>

<sup>1</sup>*Tsung-Dao Lee Institute, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China*

\* Corresponding author: 06260@njnu.edu.cn

† Corresponding author: wei.wang@sjtu.edu.cn

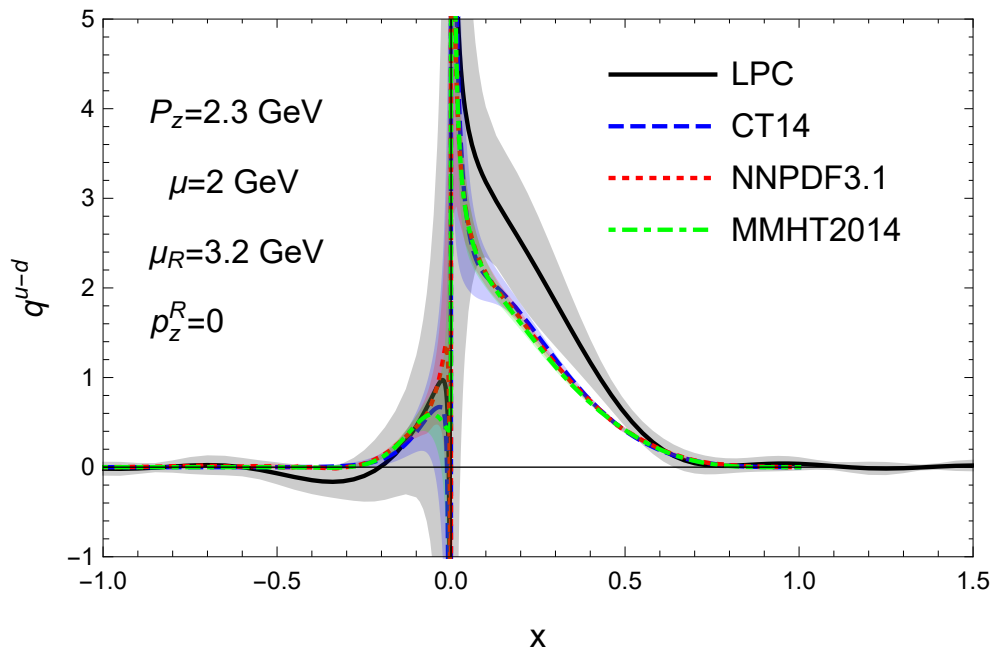
LPC, PRD under review



# 科研工作一：部分子分布函数

14

► 依托SJTU Pi2+部分其它计算资源，采用c1s格点组态，我们选择具有较低理论不确定性的新投影算符，格点计算了夸克PDF：



LPC  
PRD under review

LPC计算结果与实验拟合结果符合！

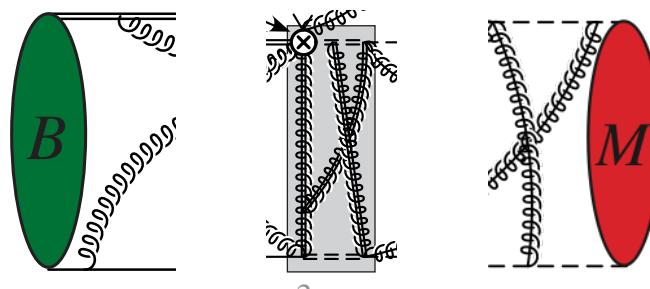


# 科研工作二：格点计算**B**介子光锥分布振幅的新方法

15

理论上重味介子衰变的处理方法是因子化：

衰变矩阵元 = 硬散射核 \* 低能输入参数



高阶修正： 辐射修正  $\alpha_s/\pi \sim 10\%$   
幂次修正  $\Lambda/m_b \sim 20\%$

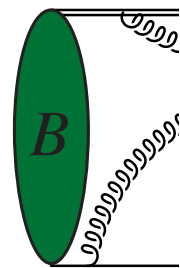
低能输入参数：重味介子光锥分布振幅  
模型，很难估计精度



# 科研工作二：格点计算**B**介子光锥分布振幅的新方法

16

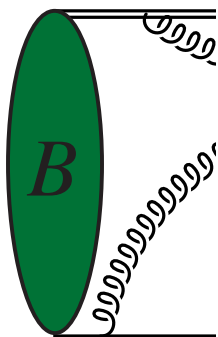
- B介子光锥分布振幅是因子化框架下理论计算的最重要理论输入之一。
- 它反映了B介子中轻夸克的动量分布。
- 到目前为止，人们对B介子光锥分布振幅的认识还是很少：
  - ✓ 微扰演化核的本征函数
  - ✓ 运动方程





# 科研工作二：格点计算B介子光锥分布振幅的新方法

17



B介子光锥分布振幅

欧式空间格点量子色动力学计算PDF

拓展



欧式空间格点QCD计算B介子准光锥分布振幅

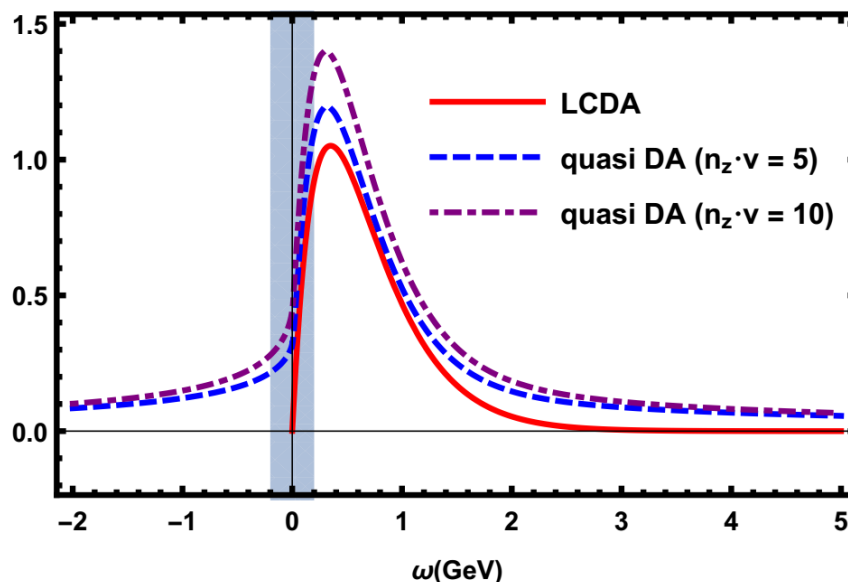
匹配



# 科研工作二：格点计算**B**介子光锥分布振幅的新方法

18

利用唯象模型，给出了格点计算的预期结果：



提供了首个从第一性原理研究B介子光锥分布振幅的方法

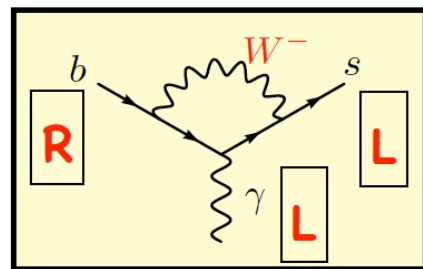


# 科研工作三：测量 $b \rightarrow s\gamma$ 中光子极化的新方法

19

➤ 高亮度/高精度研究是寻找新物理的重要途径。在重夸克物理中，目前还没有发现明显的新物理迹象。

➤ 标准模型中， $b \rightarrow s\gamma$  产生的光子主要是左手极化，因此测量光子右手极化是寻找新物理的理想探针。



➤  $B \rightarrow K_1 \gamma$  过程中角分布的上下不对称性是用来抽取光子极化的理想物理量 [PRL88, 051802 (2002)]:

$$A_{UD} = \lambda_\gamma \frac{3 \operatorname{Im}[\vec{n} \cdot (\vec{J} \times \vec{J}^*)]}{|\vec{J}|^2}.$$

$\lambda_\gamma$  :  $\frac{\text{左右手极化之差}}{\text{左右手极化之和}}$

➤ 但由于缺乏输入参数，不能给出光子极化结果，因此光子极化的研究一直未受到重视。



# 科研工作三：测量 $b \rightarrow s\gamma$ 中光子极化的新方法

20

- 我与合作者指出可利用半轻  $D \rightarrow K_1 e^+ \nu$  衰变解决这个问题，构造了实验可观测量：

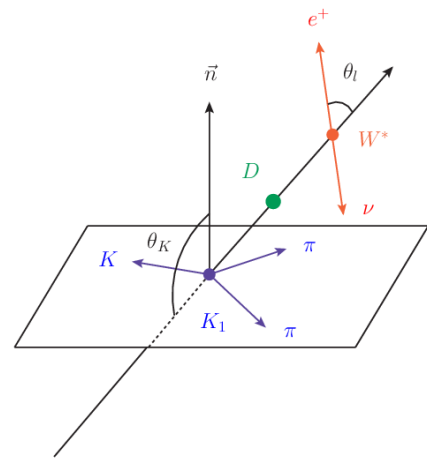
$$\mathcal{A}'_{UD} = \frac{\text{Im}[\vec{n} \cdot (\vec{J} \times \vec{J}^*)]}{|\vec{J}|^2}$$

- 我们指出  $b \rightarrow s\gamma$  中的光子极化可由两个物理量直接得到：

$$\lambda_\gamma = \frac{4}{3} \frac{\mathcal{A}_{UD}}{\mathcal{A}'_{UD}}$$

- BESIII、LHCb、Belle-II 实验组已经采用我们提出的建议开始进行实验测量。

WW, Yu, Zhao, 1909.13083



$$\mathcal{A}'_{UD} \equiv \frac{\left[ \int_0^1 - \int_{-1}^0 \right] d \cos \theta_K \frac{d\Gamma_{K_1 e \nu e}}{d \cos \theta_K}}{\left[ \int_0^1 - \int_{-1}^0 \right] d \cos \theta_l \frac{d\Gamma_{K_1 e \nu e}}{d \cos \theta_l}}$$

$D \rightarrow K_1 e^+ \nu$

BESIII

PRL123, 231801 (2019)



# 年度其它工作汇报

21

## ➤本年度主持三项国家自然科学基金[已结题两项]:

- ✓ **重点项目:** B介子衰变振幅的精确计算及相关新物理的探讨, 300万
- ✓ 面上项目: 大加速器时代B介子衰变的精确计算, 62万
- ✓ 国际合作项目: 重味强子与重味奇特态的理论研究, 15万

## ➤本年度培养学生:

- ✓ 施瑀基: 现德国波恩大学博士后
- ✓ 赵振兴: 现内蒙古大学, 骏马计划特聘
- ✓ 邢晔: 现中国矿业大学教师

## ➤本年度出站博士后:

- ✓ 成千业: 现德国洪堡学者博士后
- ✓ 赵帅: 现美国Jefferson Lab与Old Dominion博士后



# 年度其它工作汇报

22

- 组织会议：
  - ✓ 数值量子场论训练营(每年两次)
  - ✓ International Workshop On Hadron Exotics 2019
  - ✓ WIN2019
- 学术报告：
  - ✓ EDS Blois 2019: Progress on quasi-PDFs
- 《中国物理C》编委与优秀审稿人
- 评审: Report from Working Group 4: Opportunities in Flavour Physics at the HL-LHC and HE-LHC
- 与黄涛老师等人联合出版《量子色动力学专题》, 修订少量内容



## ➤ 格点计算:

- ✓ 横动量依赖的部分子分布函数 (TMD PDF), 正在进行
- ✓ 胶子PDF
- ✓ B介子光锥分布振幅 [第二种方案: 流流算符矩阵元?]
- ✓ 粲味重子弱衰变与奇特强子态

## ➤ 光子极化:

- ✓ 左右手对称模型下的光子极化
- ✓ 轻夸克质量效应



## ➤ 部分子分布函数:

- ✓ 证明了胶子准部分子分布函数的相乘重整性 [PRL122, 142001(2019)]，提供了格点计算的理论输入 [PRD100, 074509(2019)]
- ✓ 组建了LPC格点合作组，采用新投影算符，研究了夸克PDF [PRD under review]，与实验拟合方法得到结果一致；正在研究横动量依赖PDF

## ➤ 提出了首个抽取重味 $B$ 介子光锥分布振幅的格点量子色动力学计算方法 [1908.09933]

## ➤ 提出了测量 $b \rightarrow s\gamma$ 中光子极化的新方法 [1909.13083]

谢谢各位，请批评指正！

